

MAGNETIC SENSOR

Patent number: JP7287057

Publication date: 1995-10-31

Inventor: OKUBO TOSHIBUMI; others: 02

Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP

Classification:

- **International:** G01R33/02; G11B5/33

- **European:**

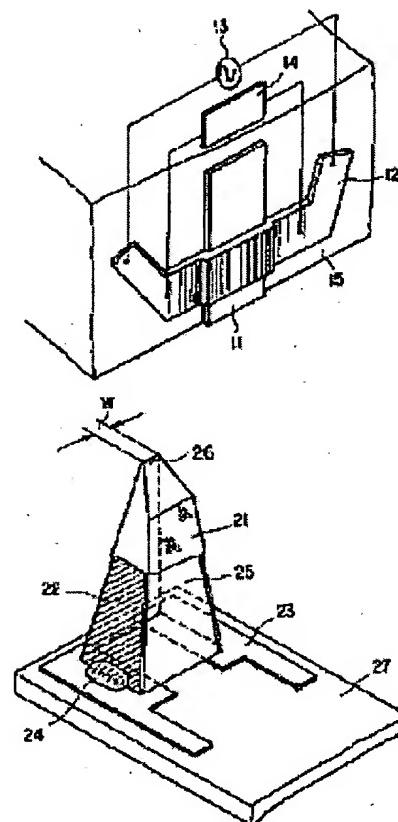
Application number: JP19940078512 19940418

Priority number(s):

Abstract of JP7287057

PURPOSE: To obtain a magnetic sensor head with a high space resolution by rapidly detecting a fine or high-density magnetic recording information and at the same time machining a sensitive part by abrasion machining, etc., by constituting a sensor head so that the change rate of a magnetoresistance equivalent to the S/N of a reproduction signal is increased.

CONSTITUTION: A high-frequency magnetic field is generated by charging a current lead 12 with a high-frequency current, a high-frequency magnetic field is reflected and absorbed by a magnetic film 11 which interlinks or partially contacts the lead 12, and the impedance of the lead 12 increases. The change in the impedance is detected by a detection circuit 14 to detect the change in external magnetic field. With this configuration, the voltage change of the circuit 14 due to the external magnetic field is extremely larger as compared with that of a normal magnetic head, thus obtaining a reproduction signal with a high S/N ratio and a high space resolution. Also, with the shape (track W) of a sensor sensitive region 26, a base material is supported on a support 27, the tip is covered with a magnetic film 21 and side and bottom surfaces are covered with a conductor film 22, and then an unneeded film is eliminated by abrasion etc., thus forming a desired dimension.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-287057

(43)公開日 平成7年(1995)10月31日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 R 33/02
G 1 1 B 5/33

識別記号 庁内整理番号
A 8203-2G
D 8203-2G

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平6-78512
(22)出願日 平成6年(1994)4月18日

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全6頁)

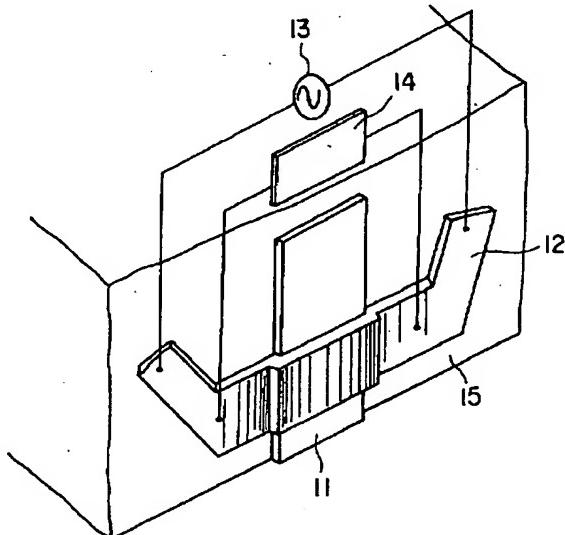
(71)出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(72)発明者 大久保 俊文
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内
(72)発明者 越本 泰弘
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内
(72)発明者 千田 正勝
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 磁気センサ

(57)【要約】

【目的】本発明は、磁気サンプルや磁気媒体のもつ微細もしくは高密度の記録情報まで確実に検出可能で、かつ空間分解能の高い磁気センサを提供することを目的とする。

【構成】本発明は、電流リード12と、電流リード12に鎖交するもしくは部分的に接触して配設される磁性膜11と、磁性膜11に高周波電流を印加する高周波電源13と、電流リード12と磁性膜11の鎖交する部分もしくは接触する部分の電圧もしくはインピーダンスを検出する電圧もしくはインピーダンス検出回路および復調回路14とから構成される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】導体と、該導体に鎖交するもしくは部分的に接触して配設される磁性体と、該導体に高周波電流を印加する手段と、該導体と該磁性体の鎖交する部分もしくは該接触する部分の電圧もしくはインピーダンスを検出する手段とから構成されることを特徴とする磁気センサ。

【請求項2】少なくとも6面以上の面より構成される非磁性かつ絶縁性材料よりなる多面体であって、該多面体の面の組合せのうち、隣接しない一対の面でしかも該一対の面のうち隣接する面の数が最も多い一対の面の一方を第一の面、他方を第二の面とし、該第一の面に磁性膜を配設し、さらに該第一の面の該磁性膜上に導電膜を配設し、該多面体の該第一の面および該第二の面を除く複数の相互に隣接しない面に導電膜を配設したことを特徴とする請求項1記載の磁気センサ。

【請求項3】上記多面体であって、上記第一の面に磁性膜を配設し、さらに該第一の面の該磁性膜上に導電膜を配設し、該多面体の該第一の面および上記第二の面を除く複数の相互に隣接しない面に導電膜を配設し、さらに、該第一の面および該多面体の面のうち、該第一の面および該第二の面を除く複数の面の一部に磁性膜を配設したことを特徴とする請求項2記載の磁気センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁性体サンプルの磁界情報を、高分解能、高速で分析することが可能な磁気センサもしくは高密度の磁気的記録情報を高感度、高速かつ高空間分解能で再生することが可能な磁気センサ（ヘッド）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、画像その他の多次元情報処理の要請が増大し、それが一層高速で高密度・大容量メモリの要求に拍車をかけている。従来のコンピュータの代表的な外部記憶装置である磁気ディスク装置においても、高記録密度化の要請から、記録ビット密度はディスク周方向、トラック方向ともに高密度化が進展している。これに伴い、記録ビットセルサイズは急激に微小化されるので、これら記録セルから漏洩する磁界もしくは磁束を感じて記録情報を正確に再現（再生）することが一層困難となる。特に近年、ローレンツ顕微鏡、スピニ走査顕微鏡、磁気力顕微鏡など磁性体の磁化状態を、高空間分解能で分析・評価する手段が発展しており、これらの測定結果によれば、100nmのオーダあるいはそれ以下の寸法の磁気記録ビットまで、十分な記録がなされていることが確認されており、このような結果からも磁気記録装置の高密度化が、磁気センサ（ヘッド）の再生（記録ビットの検出）性能によって制約されていることがわかる。

2

【0003】磁気ビットの再生については、従来、検出コイルに記録ビットからの漏洩磁束を誘導して、その磁束量の変化に起因する起電力を検出するインダクティブヘッドが主として用いられてきたが、近年これに替えて、図6に示すような外部磁界（記録ビットからの漏洩磁界）を印加することで磁性体の抵抗率が変化することを利用した磁気抵抗ヘッドが採用され始めている。磁気抵抗ヘッドでは、基板5上に設けられた軟磁性体からなる磁性膜1に、直流電源3から電極2、2を介して定電流を印加する。磁気記録媒体からの漏洩磁束は、センサ感受部6より磁性膜1の高さ方向に進入し、磁性膜1の自発磁化の方向（磁性膜1の長手方向）を回転させる。これによって磁性膜1の抵抗率（もしくは導電率）が変化し（異方性磁気抵抗効果）、この抵抗率の変化は、電極2、2間の電圧変化として検出回路4によって検出される。このような原理に基づく磁気抵抗ヘッドを用いることで、実験機においては1μm幅に近いトラック再生にも成功している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気抵抗ヘッドの出力電圧は低く、再生信号のS/Nに相当する磁気抵抗の変化率も一般に数%と低いので、記録密度の向上、ピットセルサイズの微小化に伴って再生がますます困難となると言う問題があった。

【0005】本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的は、記録情報の検出（再生）にあたり、再生信号のS/Nの高いセンサ（ヘッド）構成として、磁気サンプルや磁気媒体のもつ微細もしくは高密度の記録情報まで確実に検出（再生）可能な磁気センサ（ヘッド）を提供することにある。また高い精度を要する高価なフォトマスクを用いた複雑なマスキング工程を要さずに、研磨加工などの手法によって狭小なトラック幅部分（感受部）加工が可能で、かつ空間分解能の高い磁気センサ（ヘッド）を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の磁気センサは、導体と、該導体に鎖交するもしくは部分的に接触して配設される磁性体と、該導体に高周波電流を印加する手段と、該導体と該磁性体の鎖交する部分もしくは該接触する部分の電圧もしくはインピーダンスを検出する手段とから構成されることを特徴とするものである。

【0007】又、本発明の磁気センサは、少なくとも6面以上の面より構成される非磁性かつ絶縁性材料よりなる多面体であって、該多面体の面の組合せのうち、隣接しない1対の面でしかも該1対の面のうち隣接する面の数が最も多い一対の面の一方を第一の面、他方を第二の面とし、該第一の面に磁性膜を配設し、さらに該第一の面の該磁性膜上に導電膜を配設し、該多面体の該第一の面および該第二の面を除く複数の相互に隣接しない面に

50

導電膜を配設したことを特徴とするものである。

【0008】又、本発明の磁気センサは、上記多面体であって、上記第一の面に磁性膜を配設し、さらに該第一の面の該磁性膜上に導電膜を配設し、該多面体の該第一の面および上記第二の面を除く複数の相互に隣接しない面に導電膜を配設し、さらに、該第一の面および該多面体の面のうち、該第一の面および該第二の面を除く複数の面の一部に磁性膜を配設したことを特徴とするものである。

【0009】

【作用】上記手段により本発明は、記録情報の検出（再生）にあたり、再生信号のS/Nの高いセンサ（ヘッド）構成とすることで、磁気サンプルや磁気媒体のもつ微細もしくは高密度の記録情報まで確実に検出（再生）可能にことができる。また高い精度を要する高価なフォトマスクを用いた複雑なマスキング工程を要さずして、研磨加工などの手法によって狭小なトラック幅部分（感受部）加工が可能で、かつ空間分解能を高くすることができます。

【0010】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて、詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例を示す図であり、11は磁性膜（センサ部）、12は導体からなる電流リード、13は高周波電源、14は電圧もしくはインピーダンス検出回路および復調回路、15は基板もしくはティップ母材である。電流リード12に高周波電流を通電すると、これにより高周波磁界が発生し、この高周波磁界が磁性膜11に反射・吸収されることにより電流リード12のインピーダンスは増加する。磁性膜11における反射・吸収量は、外部磁界を反映した磁性膜11の磁化状態の変化に応じて変化するため、結局外部磁界の変化は電流リード12の電圧もしくはインピーダンス変化として検出される。例えば、磁性膜11としてバーマロイ(Ni-Fe)を、電流リード12としてCuを、母材15としてサファイヤを使用し、磁性膜11の寸法を厚さ3μm、幅5μm、高さ100μm、電流リード12の寸法を厚さ2μm、幅5μm、高さ10μmとし、高周波電源13により800MHzの電流を通電した場合、回路14における電圧値は、外部磁界がない場合には25mV、外部磁界が20Oeの場合には10mVであった。このとき、従来の磁気抵抗ヘッドにおけるMR（磁気抵抗）比に相当する電圧の変化率△V/Vは、△V/V = (25-10)/25=0.6(60%)となり、磁気抵抗ヘッドのMR比より概ね1桁高い値となった。

【0011】以上、本検出磁気センサ構成を用いれば、上記のような外部磁界による検出回路の電圧の変化が通常の磁気抵抗ヘッドの場合に比してきわめて大きいので、S/N比が良好でかつ空間分解能の高い再生信号を得られる。

【0012】ところで、図1の実施例の磁気ヘッドにお

ける空間分解能は、磁性膜11の先端（感受部）形状すなわち〔磁性膜厚さ〕×〔磁性膜幅〕で規定される。平坦プロセスを前提に考えると、加工精度はプロセスにおける光源の波長限界によって制限されるため、磁性膜11の先端（感受部）を1μm以下に尖鋭化することは困難となる。また、磁性膜11の先端から進入する磁束によって電流リード12のインピーダンスを効率よく変調させるためには、電流リード12を磁性膜11の先端近くに設定する必要があるが、このためのマスク合わせ、基板のカッティング、研磨などに高い精度を必要とし、量産的な観点からしても必ずしも実現は容易ではない。以下は、上記の問題を解決し、さらに高S/N、高空間分解能な磁気センサを実現することを目的とした本発明に係わる他の実施例である。

【0013】図2は、本発明に係わる一実施例を示したものである。21はセンサ（ヘッド）先端を覆う磁性膜、22はセンサ（ティップ）の側面および先端側（上部）の底面に選択的に形成された導体膜、25はセンサ（ヘッド）あるいはセンサティップの母材、23はセンサ（ヘッド）に高周波電流を印加するための電極、24はセンサ（ヘッド）をその支持体27に接合しかつ導通をもたせるため導電性接合部材である。導体膜22、磁性膜21を所望のセンサ（ヘッド）の面に選択的に付設する方法としては、蒸着、スパッタなどの方法がある。これらの付着粒子の指向性に起因する陰影効果によって、付設面をある程度選択することが可能である。さらに所望の面とその近傍に上述の手法に基づいて膜を付設した後に、膜が不要な面（部分）についてはこの面を再研磨などで剥離、除去することができる。また、センサ感受領域26（トラック幅Wなど）の形状についても、これをより正確に寸法出しすることができる。

【0014】図3(a), (b)は、図2に示す磁気センサ（ヘッド）に関して、その先端の薄膜（磁性膜21、導体膜22）の積層構造がより理解しやすいように、斜視図および断面図を用いて説明したものである。図3(a), (b)中、図2と同一部分は同一符号をしてその説明を省略する。ここでは先に母材25に形成される磁性膜211を主磁極とし、主磁極の磁性膜211と最後に積層されるリターンバス212との磁気的な分離と高周波電流経路をかねた導体膜22が、これらの磁性膜211とリターンバス212でサンドイッチされる構成を採った。磁性膜（磁性膜211およびリターンバス212）を主磁極とリターンバスの2層構成として、主磁極の磁性膜211を通過する媒体磁束量が増え、導体膜22のインピーダンス変調の効率を高めることができる。図3(a)において、Eは外部磁界の方向、Iは電流の方向である。

【0015】尚、効率の低下を犠牲にして簡易な単層（磁性膜）の構成を採っても構わない。またここでは最初に堆積される磁性膜211を主磁極（主磁極の方が膜

厚が薄い。)としたが、主磁極の磁性膜211とリターンバス212の位置(膜の上下)を入れ替える構わない。ただしこれについては、研磨などによる膜端部のだれなどを考慮すると、最初に推積する磁性膜211を主磁極とする方が効果が高く、好ましい構成と言える。

【0016】図3(b)において、28は記録媒体であり、この記録媒体28は媒体基板283上に裏打ち層282を介して記録層281を積層して構成される。図4および図5(図4の平面図)に示した実施例では、センサ(ヘッド)あるいはセンサティップを構成する多面体の母材35の側面の数を増やすことによって、電流経路となる電流端子(駆動端子)1Tと、磁性膜でサンドイッチされる導体膜(感受部)のインピーダンス変化に起因する電圧変化を検出する電圧端子VTの合計4つを独立に設けることができる、より再生(検出)感度を向上できる。図4及び図5において、31はセンサ(ヘッド)先端を復う磁性膜、33は電極、321は電流用リード、322は電圧もしくはインピーダンス検出用リードである。

【0017】以上のように、本実施例で示した磁気センサ(ヘッド)では、平面より構成される6面体および10面体の場合を示したが、本発明の主旨に沿って蒸着、スパッタ、エッティング、研磨その他の手法を用いることで、目的とする面に選択的に導体もしくは磁性体となる薄膜が形成できる範囲であれば、側面および底面は任意の曲面、任意の面数で構成される形態を探っても構わない。また、磁性膜によって導体膜をサンドイッチする場合、これら2つの磁性膜どうしはできるだけ広い面積をもって直接接合されることが好ましい。ただし、この導体膜をサンドイッチする磁性膜は導体膜もしくは絶縁膜によって分離(隔離)されていても、本発明の主旨に従う本質的な動作は実現できる。また、磁性膜31そのものが、薄い磁性(強磁性)層と非磁性・絶縁性物質となる薄い層の交互の積層膜(多層膜)からなるものを使いても、同様に本発明の主旨に従う本質的な動作は実現できることはもちろんである。

【0018】また、図4および図5に示すように、多数の側面を形成することによる4端子センサ(ヘッド)の構成についても、例えば図2において、導体膜22の形成される側面に収束イオンビームなどで切れ込みを入れ、導体膜22の一部を剥離することで、電流端子1Tおよび電圧端子VTを分離構成することも可能であるので、より少ない面数(図2の例では6面体)の多面体の場合についても、4端子センサの構成が可能ることはもちろんである。

【0019】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、導体と、該導体に鎖交するあるいは部分的に接触して配設される磁性体と、該導体に高周波電流を印加する手段と、該導体と該磁性体の鎖交する部分あるいは接触部分の電圧を検出する手段もしくは、この部分のインピーダンスを検出する手段とから構成されることを特徴とし、これにより高S/N比で外部磁界の検出が可能な磁気センサ(ヘッド)が実現できる。

【0020】さらに本発明によれば、少なくとも6面以上の面より構成される非磁性かつ絶縁性材料となる多面体に関して、隣接しない一对の面でしかも隣接する面の数が最も多い一对の面の一方を第一の面、他方を第二の面としたとき、第一の面に磁性膜を配設し、さらに第一の面と、該第一の面および該第二の面を除く複数の相互に隣接しない面に導電膜を配設し、加えて第一の面と、第一の面および第二の面を除く複数の面の一部に磁性膜を配設した構成としたことを特徴とし、その結果、複雑なマスキング工程が不要でしかも研磨加工などの手法により狭小なトラック(感受部)加工が可能ため、空間分離能の高い磁気センサ(ヘッド)を提供することができ、その効果はきわめて大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る磁気センサ(ヘッド)を示す斜視図である。

【図2】本発明の他の実施例に係る磁気センサ(ヘッド)を示す斜視図である。

【図3】図2の磁気センサ(ヘッド)の機能を示す斜視図および断面図である。

【図4】本発明の他の実施例に係る磁気センサ(ヘッド)を示す斜視図である。

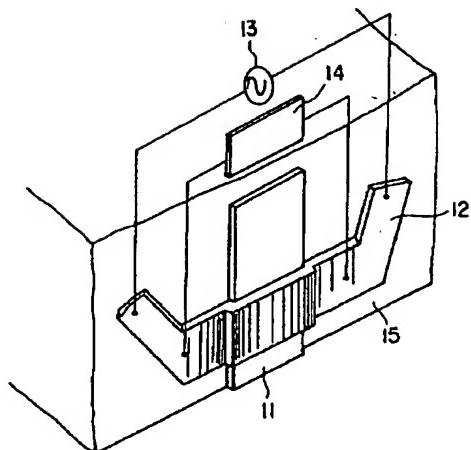
【図5】図4の磁気センサ(ヘッド)を示す平面図である。

【図6】従来の磁気センサ(ヘッド)の構成を示す斜視図である。

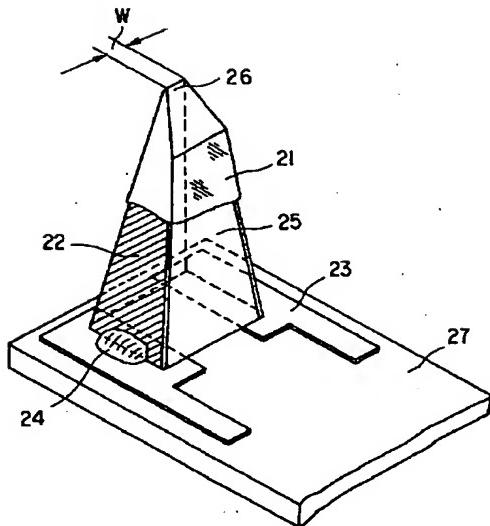
【符号の説明】

11…磁性膜(センサ部)、12…電流リード、13…高周波電源、14…電圧もしくはインピーダンス検出回路および復調回路、15…基板もしくはティップ母材、21…磁性膜、22…導体膜、23…電極、24…導電性接合部材、25…母材、26…センサ感受領域、27…支持体、28…記録媒体、31…磁性膜、33…電極、211…磁性膜、212…リターンバス、281…記録層、282…裏打ち層、283…媒体基板、321…電流用リード、322…電圧もしくはインピーダンス検出用リード。

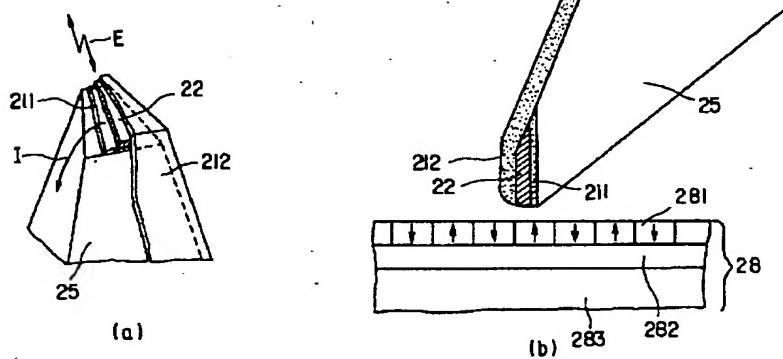
【図1】



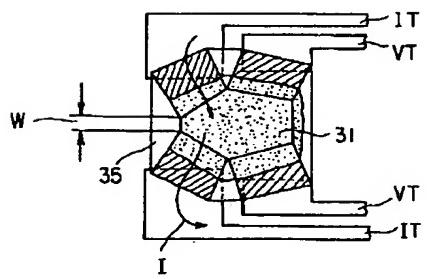
【図2】



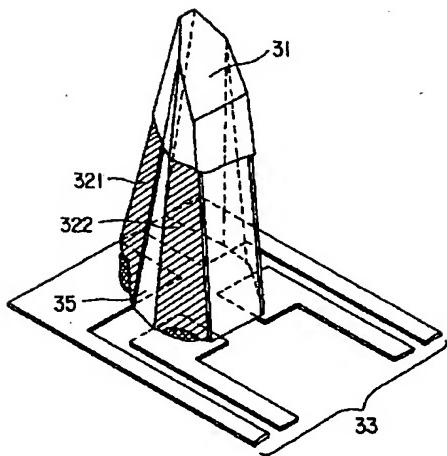
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

